



República Federativa do Brasil
Ministério da Economia
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) PI 1013944-3 B1



(22) Data do Depósito: 04/05/2010

(45) Data de Concessão: 12/01/2021

(54) Título: MÉTODO, ARTIGO E DISPOSITIVO SEM FIO PARA UTILIZAR UM TEMPORIZADOR VARIÁVEL PARA ENVIAR UMA INDICAÇÃO DE ERRO

(51) Int.Cl.: H04L 1/18.

(52) CPC: H04L 1/1841; H04L 1/1848.

(30) Prioridade Unionista: 04/05/2009 US 61/175,092.

(73) Titular(es): APPLE INC..

(72) Inventor(es): NARENDRA TILWANI; SAIRAMESH NAMMI.

(86) Pedido PCT: PCT US2010033524 de 04/05/2010

(87) Publicação PCT: WO 2010/129533 de 11/11/2010

(85) Data do Início da Fase Nacional: 03/11/2011

(57) Resumo: UTILIZANDO UM TEMPORIZADOR VARIÁVEL PARA ENVIAR UMA INDICAÇÃO DE ERRO. A presente invenção refere-se ao recebimento de uma unidade de dados específica por uma camada de recepção de um dispositivo sem fio, sob o qual é detectado que uma unidade de dados anterior mais cedo em sequência à unidade de dados específica não foi ainda recebida pela camada de recepção. Um temporizador é iniciado em resposta à detecção, onde o temporizador tem um período de tempo de espera que é variável dependendo de um parâmetro associado com a recepção da unidade de dados específica. Quando da expiração do temporizador com base no período de tempo de espera, a camada de recepção gera uma indicação de erro.

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para **"MÉTODO, ARTIGO E DISPOSITIVO SEM FIO PARA UTILIZAR UM TEMPORIZADOR VARIÁVEL PARA ENVIAR UMA INDICAÇÃO DE ERRO"**.

ANTECEDENTES

[0001] A presente invenção refere-se a várias tecnologias de acesso sem fio que foram propostas ou implementadas para permitir que as estações móveis executem comunicações com outras estações móveis ou com os terminais com fio acoplados nas redes sem fio. Exemplos de tecnologias de acesso incluem as tecnologias de GSM (Sistema Global Para Comunicações Móveis) e UMTS (Sistema de Telecomunicações Móveis Universal), definidas pelo Third Generation Partnership Project (3GPP); e as tecnologias de CDMA 2000 (Acesso Múltiplo de Divisão de Código 2000) definidas por 3GPP2. O CDMA 2000 define um tipo de rede de acesso sem fio comutadas em pacote, referida como a rede de acesso sem fio de HRPD (Dados de Pacote de Taxa Alta).

[0002] Outros padrões mais recentes que proveem redes de acesso sem fio comutada em pacote incluem os seguintes, como exemplos: o padrão 802.16 (WiMAX) do IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers); e o padrão de Evolução de Longo Prazo (LTE) de 3GPP, o qual busca melhorar a tecnologia de UMTS. O padrão de LTE é também referido como o padrão EUTRA (Acesso de Rádio Terrestre Universal Desenvolvido).

SUMÁRIO

[0003] Em geral, de acordo com algumas modalidades, uma camada de recepção de um dispositivo sem fio recebe uma unidade de dados específica. A camada de recepção detecta que uma unidade de dados anterior mais cedo em sequência à unidade de dados específica não foi ainda recebida. Em resposta à detecção, um temporizador é

iniciado, onde o temporizador tem um período de tempo de espera que é variável dependendo de um parâmetro associado com a recepção da unidade de dados específica. Quando da expiração do temporizador com base no período de tempo de espera, a camada de recepção gera uma indicação de erro.

[0004] Outras ou alternativas características ficarão aparentes da descrição seguinte, dos desenhos, e das concretizações.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[0005] Algumas modalidades estão descritas com relação às figuras seguintes:

figura 1 é um diagrama de blocos de um exemplo de dispositivos sem fio que incorporam algumas modalidades da invenção;

figura 2 ilustra esquematicamente a transmissão de unidades de dados entre um transmissor e um receptor sobre um meio de transmissão;

figuras 3A-3B ilustram esquematicamente a recepção de unidades de dados por camadas de recepção em um dispositivo sem fio utilizando um temporizador dinâmico de acordo com algumas modalidades;

figura 4 é um fluxograma de um processo responsivo à recepção de uma unidade de dados, de acordo com algumas modalidades; e

figura 5 é um fluxograma de um processo de manipular o tempo de espera de um temporizador de reordenação de acordo com algumas modalidades.

DESCRIÇÃO DETALHADA

[0006] Em dispositivos sem fio que são capazes de comunicar uns com os outros sobre uma rede de acesso sem fio, várias camadas são definidas para implementar vários protocolos associados com as comunicações sem fio. Como mostrado na figura 1, por exemplo, os dis-

positivos sem fio incluem uma estação móvel 102 e uma estação base 104. Exemplos da estação móvel 102 incluem um telefone móvel, um assistente digital pessoal (PDA), um computador portátil, um dispositivo embutido tal como um monitor de saúde, um alarme de ataque, ou outros dispositivos. A estação base 104 pode ser qualquer tipo de dispositivo conectado na rede de acesso sem fio para comunicar sem fio com a estação móvel. Por exemplo, a estação base 104 pode incluir uma estação base de rede de celular, um ponto de acesso utilizado em qualquer tipo de rede sem fio, ou qualquer outro tipo transmissor / receptor sem fio. O termo "estação base" pode também abranger um controlador associado, tal como um controlador de estação base ou um controlador de rede de rádio. O termo "estação base" também refere a uma estação base ou ponto de acesso femto, uma microestação base ou ponto de acesso, ou uma picoestação base ou ponto de acesso. Em um exemplo mais específico, a estação base pode fazer parte de uma rede de acesso EUTRA (Acesso de Rádio Terrestre Universal Desenvolvido), ou outro tipo de rede sem fio.

[0007] No exemplo apresentado na figura 1, as várias camadas de protocolo da estação móvel 102 incluem uma camada física 106, uma camada de MAC (controle de acesso médio) 108, uma camada de RLC (controle de conexão de rádio) 110, e camadas superiores 112. A camada física 106 é utilizada para implementar o interfaceamento físico sobre a conexão sem fio com a estação base 104. A camada de MAC 108 provê os mecanismos de endereçamento e de controle de acesso de canal. A camada de RLC 110 é responsável pela recuperação de erros e o controle de fluxo sobre a conexão sem fio. As camadas superiores 112 implementam outros protocolos que são utilizados para as comunicações sem fio entre a estação móvel 102 e a estação base 104. As camadas superiores 112 podem também incluir um software de aplicação.

[0008] A estação base 104 similarmente inclui uma camada física 114, uma camada de MAC 116, uma camada de RLC 118, e camadas superiores 120.

[0009] A estação móvel 102 ainda inclui um ou múltiplos processadores 122, os quais estão conectados no meio de armazenamento 124. Similarmente, a estação base 104 inclui um ou múltiplos processadores 126, os quais estão conectados no meio de armazenamento 128. O meio de armazenamento 124 ou 128 pode ser implementado com um meio de armazenamento baseado em disco e/ou circuito integrado ou um meio de armazenamento de semicondutor.

[00010] A camada de RLC 110 ou 118 pode estar configurada para executar uma transferência de dados em vários modos, incluindo um modo transparente, um modo não confirmado, ou um modo confirmado. No modo confirmado, a camada de RLC de recepção pode prover pacotes de controle de status de volta para a camada de RLC de transmissão para indicar que erros ocorreram na recepção de pacotes sobre a conexão sem fio. Um "pacote" pretende referir a qualquer unidade de dados que pode ser comunicada entre a estação base 104 e a estação móvel 102, onde a unidade de dados pode incluir as informações de controle ou os dados de portadora. Nesta discussão, um "pacote" e "unidade de dados" são utilizados intercambiavelmente.

[00011] Uma camada de RLC que implementa o modo confirmado pode executar uma retransmissão de ARQ (solicitação de repetição automática), na qual a camada de RLC de recepção informa à camada de RLC de transmissão de um erro em recepção de unidade de dados. A HARQ (ARQ híbrida) difere da ARQ pelo fato de que a HARQ adiciona bits de correção de erro avançados (FEC) para os dados que devem ser transmitidos.

[00012] Um problema associado com a operação de modo confirmado é que pode existir uma latência de extremidade para extremida-

de aumentada em pacotes de transmissão entre os dispositivos sem fio devido às retransmissões de ARQ. Convencionalmente, uma camada de RLC de recepção está provida com um temporizador de reordenação para permitir que a camada de RLC de recepção aguarde uma quantidade de tempo fixa por um pacote faltante antes da camada de RLC de recepção gerar um relatório de status de volta para a camada de RLC de transmissão que um pacote específico não foi recebido. No entanto, como os temporizadores de reordenação convencionais empregam períodos de limite de tempo fixos, o desempenho pode sofrer quando o temporizador de reordenação pode fazer com que a camada de RLC de recepção aguarde muito tempo para enviar um relatório de status de volta para a camada de RLC de transmissão.

[00013] De acordo com algumas modalidades, como mostrado na figura 1, um temporizador de reordenação dinâmico é empregado. Na figura 1, a camada de RLC 110 na estação móvel 102 inclui um temporizador de reordenação dinâmico 130 e uma lógica de controle 132 associada. A camada de RLC 118 na estação base 104 similarmente inclui um temporizador de reordenação dinâmico 134 e uma lógica de controle 136 associada com o temporizador de reordenação dinâmico 130 ou 134, o período de tempo de espera do temporizador dinâmico pode ser dinamicamente (variavelmente) ajustado de modo que o período de tempo de espera é feito ser variável dependendo de um parâmetro associado com a recepção de um pacote. Em algumas implementações, o parâmetro sobre o qual o período de tempo de espera dinâmico de um temporizador de reordenação é ajustado é um parâmetro que representa o número de transmissão de um pacote antes da recepção com sucesso do pacote pela camada de RLC. O ajuste dinâmico do período de tempo de espera de um temporizador de reordenação dinâmico está adicionalmente abaixo discutido.

[00014] A operação geral de um temporizador de reordenação está

discutida em conexão com o exemplo da figura 2. Um meio de transmissão 202 está provido entre um transmissor e um receptor. O transmissor (TX) está provido em um lado do meio de transmissão, enquanto que o receptor (RX) está provido no outro lado do meio de transmissão. O transmissor pode ser um da estação móvel 102 e da estação base 104, enquanto que o receptor pode ser o outro da estação móvel 102 e da estação base 104. O transmissor inclui uma camada de RLC de transmissão (RLC TX) e uma camada de MAC de transmissão (MAC TX), enquanto que o receptor inclui uma camada de MAC de recepção (MAC RX), e uma camada de RLC de recepção (RLC RX).

[00015] No exemplo da figura 2, a camada de RLC de transmissão transmite os pacotes SN1 e SN2. Os pacotes SN1 e SN2 transmitidos pela camada de RLC de transmissão são enviados através da camada de MAC de transmissão. No exemplo da figura 2, a camada de MAC de transmissão primeiro transmite o pacote SN1 no intervalo de tempo de transmissão 1 (TTI 1). A camada de MAC de transmissão transmite o pacote SN2 em TTI 2. Note que os padrões hachurados cruzados para SN1 e para SN2 são diferentes para facilidade de compreensão na figura 2. Os pacotes SN1 e SN2 são transmitidos sobre o meio de transmissão 202 (por exemplo, uma conexão sem fio entre a estação móvel 102 e a estação base 104), para recepção pela camada de MAC de recepção. A camada de MAC de recepção propaga um pacote recebido para a camada de RLC de recepção.

[00016] No exemplo da figura 2, é assumido que a camada de RLC de recepção não recebe com sucesso os pacotes SN1 e SN2 que foram transmitidos nos TTIs 0 e 1. Como os pacotes SN1 e SN2 transmitidos nos TTIs 0 e 1 não foram recebidos com sucesso pela camada de RLC de recepção, os pacotes de SN1 e SN2 são retransmitidos nos TTIs 8 e 9, respectivamente. No exemplo da figura 2, é assumido que

o pacote SN2 transmitido em TTI 9 foi recebido com sucesso na camada de RLC de recepção. No entanto, apesar do pacote SN2 ter sido recebido, o pacote anterior (SN1 que é mais anterior na sequência do que SN2) ainda não foi recebido pela camada de RLC de recepção. Quando da detecção da entrega fora de sequência, o temporizador de reordenação é iniciado em TTI 9. No entanto, convencionalmente, o período de tempo de espera deste temporizador de reordenação é estático e é determinado como segue:

Temporizador de Reordenação = $K * \text{Número Máximo de Transmissões de HARQ}$, (Eq. 1)

onde K é o número de processos de HARQ suportados pela camada de MAC, e Número Máximo de Transmissões de HARQ representa o número máximo de transmissões que podem ser executadas pelo mecanismo de HARQ. Assumindo $K = 8$, e o Número Máximo de Transmissões de HARQ é igual a 6, então o período de tempo de espera estático para o temporizador de reordenação é ajustado em 48 TTIs. Com o ajuste estático convencional do temporizador de reordenação, se o pacote SN1 não for recebido corretamente após todas as retransmissões adicionais da camada de MAC de transmissão (em TTI 16, TTI 24, TTI 32, e TTI 40 no exemplo da figura 2), então o temporizador de reordenação expiraria em TTI 57, computado como $\text{TTI } 9 + \text{TTI } 48 = \text{TTI } 57$. No entanto, note que quando utilizando o temporizador de reordenação estático convencional, a latência no envio de um relatório de erro quando da expiração do temporizador de reordenação em TTI 57 pode ser relativamente grande (em outras palavras, pode existir um retardo relativamente grande no envio do relatório de erro devido a uma falha em receber um pacote).

[00017] No exemplo da figura 2, apesar da última retransmissão de SN1 ter sido em TTI 40, o relatório de status não foi enviado de volta da camada de RLC de recepção para a camada de RLC de transmis-

são até TTI 57, um retardo de 17 TTIs.

[00018] De acordo com algumas modalidades, ao invés de utilizar um temporizador de reordenação estático que é ajustado com um período de tempo de espera estático, um temporizador de reordenação dinâmico que tem períodos de tempo de espera dinamicamente ajustáveis é empregado. Efetivamente, o período de tempo de espera de um temporizador de reordenação pode ser dinamicamente ajustado com base em condição(ões) predeterminada(s) para reduzir a latência de relatório em caso de erro na recepção de um pacote. Em algumas implementações, esta condição predeterminada está representada por um parâmetro que corresponde a um número de transmissões de HARQ na camada de MAC de um pacote antes da recepção com sucesso por uma camada de RLC de recepção.

[00019] Geralmente, se um pacote de RLC SN_x for recebido com N transmissões ($N \geq 1$), qualquer pacote anterior SN_{x-1} que não foi ainda recebido deve ter sido submetido a pelos menos N transmissões. Esta declaração é verdadeira para qualquer sistema que utilize uma transmissão síncrona na camada de MAC. Por exemplo, considere o caso da figura 2, onde a transmissão do pacote $SN1$ iniciou em TTI 0. O mais cedo que $SN2$ pode ser transmitido é TTI 1. A transmissão de $SN2$ pode ser retardada onde esta pode iniciar em TTI 10, por exemplo. Neste caso, enquanto $SN2$ está completando a sua primeira transmissão, $SN1$ teria completado a sua segunda transmissão. Com isto, é certo que $SN1$ completou pelo menos tantas transmissões quanto $SN2$.

[00020] No entanto, o algoritmo de acordo com algumas modalidades não está limitado a apenas sistema síncronos. O princípio pode também ser aplicado a sistemas que utilizam HARQ assíncrono, onde as retransmissões de pacote são programadas em uma base de primeiro a entrar primeiro a sair (FIFO).

[00021] Para ajustar dinamicamente o período de tempo de espera do temporizador de reordenação (130 ou 134 na figura 1) a camada de MAC provê um valor, $SN_x_RX_Number$, o qual indica o número de transmissões de HARQ feitas por um pacote para a recepção com sucesso do pacote. O $SN_x_RX_Number$ é reportado para a camada de RLC. A camada de RLC então computa dinamicamente o período de tempo de espera dinâmico como segue:

$$\text{Tempo de Reordenação} = K * (\text{Número Máximo de Transmissões de HARQ} - SN_x_RX_Number) \quad (\text{Eq. 2})$$

[00022] O número de bits utilizados para representar $SN_x_RX_Number$ está baseado no número máximo possível de transmissões de HARQ. Assim, por exemplo, se o número máximo de transmissões de HARQ for 8, então o número de bits utilizados para representar $SN_x_RX_Number$ seria 3. Mais genericamente, o número de bits utilizados para representar $SN_x_RX_Number$ é calculado como $\log_2(\text{Número Máximo de Transmissões de HARQ})$.

[00023] Uma explicação referente à operação do temporizador de reordenação dinâmico (130 ou 134) está explicada em conexão com a figura 3A. A figura 3A mostra a recepção dos pacotes SN1 e SN2 na camada de MAC de recepção. Como com o exemplo da figura 2, em resposta ao pacote de SN2 retransmitido em TTI 9, a camada de MAC de recepção recebeu com sucesso SN2, sem receber o pacote SN1. O pacote SN2 foi enviado com sucesso pela camada de MAC para a camada de RLC de recepção quando da segunda transmissão que corresponde a TTI 9. No exemplo da figura 3A em resposta à recepção com sucesso do pacote SN2 pela camada de MAC de recepção devido à segunda transmissão, a camada de MAC de recepção ajusta $SN_x_RX_Number$ para 2, e reporta o valor de $SN_x_RX_Number$ para a camada de RLC de recepção. Com base na Eq. 2, a camada de RLC de recepção computa o tempo de espera de reordenação dinâmica

como segue, assumindo K ser igual a 8 e o Número Máximo de Transmissões de HARQ ser 6:

$$\text{Temporizador de Reordenação} = 8 * (6 - 2) = 32 \text{ TTIs.}$$

[00024] O temporizador de reordenação é iniciado em TTI 9 (quando da recepção do pacote SN2 pela camada de recepção de RLC. Se o pacote SN1 não for recebido corretamente após todas as transmissões, o temporizador de reordenação dinâmica expirará em $\text{TTI } 9 + \text{TTI } 32 = \text{TTI } 41$, já que a última transmissão de SN1 é em TTI 40. Quando o temporizador de reordenação expira em TTI 41, a camada de RLC de recepção pode disparar imediatamente o relatório de erro que é enviado de volta para a camada de RLC de transmissão, onde o relatório de erro indica que o pacote SN1 não foi recebido com sucesso.

[00025] Com o exemplo dado na figura 3A, pode ser visto que o relatório de status é enviado de volta para a camada de RLC de transmissão com uma menor latência do que com a técnica de temporizador de reordenação estático.

[00026] Outro exemplo está mostrado na figura 3B, onde múltiplos intervalos ocorrem na recepção de pacotes (um intervalo para o pacote SN1 faltante antes de SN2, e um intervalo para o pacote SN3 faltante entre SN2 e SN4). Quando da recepção com sucesso do pacote SN2 sem receber o pacote SN1 anterior, o temporizador de reordenação dinâmico é iniciado com o período de tempo de espera ajustado dinamicamente como acima discutido em conexão com a figura 3A. No entanto, como o temporizador de reordenação do pacote SN1 está ativo, é possível que outro intervalo seja criado, o qual no exemplo da figura 3B é um intervalo devido à não recepção do pacote SN3 na camada de RLC de recepção mesmo que os pacotes posteriores SN4 e SN5 tenham sido recebidos pela camada de RLC de recepção. O pacote SN4 foi recebido após uma transmissão, enquanto que o pacote

SN5 foi recebido após duas transmissões. Uma vez que o temporizador de reordenação para o pacote SN1 expira ou é parado devido à recepção com sucesso do pacote SN1, a camada de RLC de recepção move a janela de recepção e vê outro intervalo (neste caso o intervalo entre SN2 e SN4).

[00027] Como um resultado, a camada de RLC de recepção reinicia o temporizador de reordenação dinâmico sem a camada de RLC de recepção computar o período de tempo de espera dinâmico utilizando a Eq. 2, como segue:

$$\text{Temporizador de Reordenação} = 8 * (6 - 2) = 32 \text{ TTIs.}$$

[00028] Neste caso, o SN_x_RX_Number do último pacote recebido com sucesso é utilizado, neste caso o pacote SN5. Assumindo que o temporizador de intervalo de SN1 expirou em TTI 41, e o temporizador para o intervalo de SN3 é iniciado em TTI 41, se o pacote SN3 não for recebido corretamente após todas as transmissões, então o temporizador de reordenação para o intervalo de SN3 expiraria em TTI 41 + TTI 32 = TTI 73. A última transmissão do pacote SN3 é em TTI 47 - com isto, a camada de RLC de recepção pode disparar imediatamente o relatório de erro em TTI 73.

[00029] A figura 4 é um fluxograma de um processo executado em resposta à recepção de uma unidade de dados (ou pacote). O processo da figura 4 pode ser executado pela lógica de controle 132 ou 136 da figura 1 (e/ou por outra lógica de controle). Quando uma nova unidade de dados é recebida (em 402), a camada de RLC de recepção determina (em 404) se a unidade de dados recebida está fora de sequência (por exemplo, uma unidade de dados anterior em uma sequência ainda não foi recebida). Se a unidade de dados recebida não estiver fora de sequência, então o processamento normal é executado.

[00030] No entanto, se for determinado que a unidade de dados recebida está fora de sequência, então a camada de RLC de recepção

determina (em 406) se um temporizador de reordenação já está operando. Se não, o temporizador de reordenação é iniciado (em 408) com um período de tempo de espera dinamicamente ajustado, tal como de acordo com a Eq. 2 acima.

[00031] Se um temporizador de reordenação já estiver operando, como determinado em 406, a camada de RLC de recepção determina (em 410) se uma unidade de dados faltante foi recebida. Se não, o processo retorna. No entanto, se a camada de RLC de recepção determinar que uma unidade de dados faltante foi recebida, então o temporizador de reordenação é parado (em 412).

[00032] A figura 5 é um fluxograma de um processo para lidar com a expiração de um temporizador de reordenação. Quando da detecção (em 502) da expiração do temporizador de reordenação, a camada de RLC de recepção gera (em 504) um relatório de status para indicar a falha na recepção de uma unidade de dados. Este relatório de status é enviado de volta para a camada de RLC de transmissão, sobre a conexão sem fio.

[00033] A camada de RLC de recepção a seguir determina (em 506) se outra unidade de dados está faltando. Se não, o temporizador de reordenação é parado (em 508). No entanto, se outra unidade de dados estiver faltando, tal como o cenário apresentado na figura 3B, o temporizador de reordenação é reiniciado (em 510) com um período de tempo de espera dinamicamente ajustado, tal como de acordo com a Eq. 2.

[00034] Como otimizações adicionais, pode ser possível enviar um relatório de status mesmo mais cedo no caso de múltiplos intervalos, tal como apresentado na figura 3B (isto é, mais cedo do que TTI 73 no exemplo). A razão principal para não reportar o erro mais cedo (isto é, mais cedo do que TTI 73 no exemplo) é que a camada de RLC de recepção não faz um acompanhamento do tempo de chegada dos pacotes.

tes subsequentemente recebidos. Se o tempo de chegada puder ser rastreado, então o tempo de sobreposição entre o tempo de chegada do pacote subsequente recebido com sucesso e o temporizador de reordenação poderiam ser removidos.

[00035] Em algumas implementações, a camada de RLC de recepção pode gravar o tempo absoluto com base em um relógio interno do dispositivo sem fio de recepção. Utilizando o tempo absoluto dos pacotes recebidos com sucesso como referência, o temporizador dinâmico pode ser ajustado para permitir uma detecção de pacote falhado antecipada.

[00036] Em outras implementações, deslocamentos relativos são utilizados ao invés do tempo de chegada absoluto. Um modo para computar os deslocamentos relativos é como segue. A camada de RLC de recepção pode gravar $SN_x_Offset_Start$ e $SN_x_Offset_End$ para cada intervalo, onde $SN_x_Offset_Start$ é o tempo de reordenação restante (entre o tempo restante no temporizador de reordenação) quando o novo intervalo ocorreu, e $SN_x_Offset_End$ representa o tempo de reordenação restante na expiração de temporizador.

[00037] Neste caso, o período de tempo de espera dinâmico é dado por:

$$\text{Temporizador de Reordenação} = [K * (\text{Número Máximo de Transmissões de HARQ} - SN_x_RX_Number) - (SN_x_Offset_Start - SN_x_Offset_End)]. \quad (\text{Eq. 3})$$

[00038] Utilizando o exemplo da figura 3, o $SN_4_Offset_Start$ será 30 já que o pacote SN_4 chega em TTI 11, e o $SN_5_Offset_Start$ será 21. Assuma que o pacote SN_1 nunca chega, o temporizador de reordenação expira em TTI 41. Como o temporizador expirou, o tempo de reordenação restante é 0. Com isto o valor de $SN_4_Offset_End$ e de $SN_5_Offset_End$ é 0. Utilizando a Eq. 3, o temporizador de reordenação dinâmico é computado como segue:

Temporizador de Reordenação = $8 * (6 - 2) - (21 - 0) = 11$ TTIs.

[00039] O temporizador para o intervalo de SN3 é iniciado em TTI 41, se o pacote SN3 não for recebido corretamente após todas as transmissões, então o temporizador de reordenação para o intervalo de SN3 expiraria em $TTI\ 41 + TTI\ 11 = TTI\ 52$. A última transmissão do pacote SN3 é em TTI 47 - com isto, a camada de RLC de recepção pode disparar imediatamente o relatório de erro em TTI 52.

[00040] Se o pacote SN1 tivesse chegado em TTI 24, o tempo de reordenação restante teria sido 17. Com isto SN₄_Offset_End teria sido ajustado para '17' e SN₅_Offset_End teria sido ajustado para '17'. Utilizando a Eq. 3, o temporizador de reordenação dinâmico é computado como segue:

Temporizador de Reordenação = $8 * (6 - 2) - (21 - 17) = 28$ TTIs.

[00041] Como o pacote SN1 chegou, o temporizador dinâmico será reiniciado para o intervalo de SN3 em TTI 24. Se o pacote de SN3 não for recebido corretamente após todas as transmissões, então o temporizador de reordenação para o intervalo de SN3 expiraria em $TTI\ 24 + TTI\ 28 = TTI\ 52$. A última transmissão do pacote SN3 é em TTI 47 - com isto, a camada de RLC de recepção pode disparar imediatamente o relatório de erro em TTI 52.

[00042] No exemplo nas figuras 3A e 3B, uma proposta simplificada para reduzir o número de valores armazenados pode ser implementada na camada de RLC de recepção onde a camada de RLC de recepção rastrearía / armazenaria as variáveis para somente um pacote recebido com sucesso por intervalo, isto é, SN_x_RX_Number, SN_x_Offset_Start, SN_x_Offset_End ou tempo absoluto. Por exemplo, o valor de temporizador de reordenação dinâmico poderia ser computado utilizando SN4 ou SN5. Isto pode ser altamente benéfico no caso de múltiplos intervalos se um grande número de pacotes for recebido

corretamente (isto é, digamos que todos os pacotes SN4 a SN30 são recebidos corretamente) enquanto que o temporizador de reordenação está ainda ligado para um pacote anterior (isto é, SN1 neste caso).

[00043] As instruções de vários módulos descritos acima (incluindo a camada de RLC 110 ou 118 ou outras camadas da figura 1) são carregadas para execução em um processador (122 ou 126). Um processador pode incluir um microprocessador, um microcontrolador, um módulo ou subsistema de processador, um circuito integrado programável, uma rede de portas programáveis, ou outro controle ou dispositivo de computação.

[00044] Os dados e as instruções são armazenados em respectivos dispositivos de armazenamento, os quais estão implementados como uma ou mais mídias de armazenamento legíveis por computador ou legíveis por máquina. As mídias de armazenamento incluem diferentes formas de memória que incluem os dispositivos de memória de semicondutor tais como as memórias de acesso randômico dinâmico ou estático (DRAMs ou SRAMs), memórias somente de leitura apagáveis e programáveis (EPROMs), memórias somente de leitura eletricamente apagáveis e programáveis (EEPROMs) e memórias instantâneas; discos magnéticos tais como os discos fixos, flexíveis e removíveis; outra mídia magnética que inclui a fita; mídias óticas tais como discos compactos (CDs) ou discos de vídeo digital (DVDs); ou outros tipos de dispositivos de armazenamento. Note que as instruções acima discutidas podem ser providas em um meio de armazenamento legível por computador ou legível por máquina, ou alternativamente, podem ser providas em múltiplos meios legíveis por computador ou legíveis por máquina distribuídos em um grande sistema que tem possivelmente nodos plurais. Tal meio de armazenamento legível por computador ou legível por máquina é considerado ser uma parte de um artigo (ou artigo de manufatura). Um artigo ou artigo de manufatura pode referir a

qualquer componente único ou múltiplos componentes manufaturados.

[00045] Na descrição acima, numerosos detalhes estão apresentados para prover uma compreensão do assunto aqui descrito. No entanto, implementações podem ser praticadas sem alguns ou todos estes detalhes. Outras implementações podem incluir modificações e variações dos detalhes acima discutidos. É pretendido que as concretizações cubram tais modificações e variações.

REIVINDICAÇÕES

1. Método **caracterizado pelo fato de que** compreende as etapas de:

receber, em uma camada receptora de um dispositivo sem fio, uma unidade de dados específica;

detectar, pela camada receptora, que uma unidade de dados anterior na sequência à unidade de dados específica ainda não foi recebida pela camada receptora;

iniciar um temporizador em resposta à detecção, em que o temporizador tem um primeiro período de tempo limite que é variável dependendo de um parâmetro associado à recepção da unidade de dados específica; e

rastrear o horário de chegada de pelo menos uma unidade de dados recebida posteriormente;

após expiração do temporizador com base no primeiro período de tempo limite, a camada receptora gerar e enviar um relatório de erro que indica que a unidade de dados anterior não foi recebida com sucesso;

após expiração do temporizador, a camada receptora determinar se existe outra unidade de dados ausente que ainda não foi recebida, embora pelo menos outra unidade de dados subsequente à unidade de dados ausente tenha sido recebida pela camada receptora;

em resposta à detecção de outra unidade de dados ausente:

reiniciar o temporizador, em que o temporizador reiniciado tem um segundo período de tempo limite que depende da variável de um parâmetro associado à recepção de outra unidade de dados subsequente à unidade de dados ausente;

reduzir uma quantidade do segundo período de tempo limite do temporizador reiniciado com base no tempo de chegada da outra

unidade de dados subsequente à unidade de dados ausente; e

após expiração do temporizador reiniciado, a camada receptora enviar outro relatório de erro que indica falha da unidade de dados ausente.

2. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** compreende ainda: ajustar dinamicamente o primeiro período de tempo limite do temporizador com base no parâmetro associado à recepção da unidade de dados específica.

3. Método, de acordo com a reivindicação 2, **caracterizado pelo fato de que** a configuração dinâmica do primeiro período de tempo limite do temporizador compreende variar o período de tempo limite com base em um número de transmissões associadas à recepção bem-sucedido da unidade de dados específica, em que o parâmetro associado à recepção da unidade de dados específica inclui um parâmetro que representa o número de transmissões.

4. Método, de acordo com a reivindicação 3, **caracterizado pelo fato de que** ajustar dinamicamente o primeiro período de tempo limite compreende ajustar o primeiro período de tempo limite com base em K vezes a diferença entre um número máximo de transmissões e o número de transmissões, em que K representa um número de processos.

5. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** a recepção da unidade de dados específica pela camada receptora compreende recepção da unidade de dados específica por uma camada de controle de link de rádio (RLC).

6. Método, de acordo com a reivindicação 5, **caracterizado pelo fato de que** compreende ainda enviar o relatório de erro para uma camada RLC de transmissão em um dispositivo de transmissão sem fio.

7. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado**

pelo fato de que o dispositivo sem fio é uma estação móvel.

8. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** o dispositivo sem fio é uma estação base.

9. Artigo **caracterizado pelo fato de que** compreende pelo menos uma instrução legível por máquina a qual, quando de execução, faz com que um dispositivo sem fio execute um método de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 8.

10. Dispositivo sem fio **caracterizado pelo fato de que** compreende:

uma camada física para se comunicar sem fio através de um link sem fio; e

uma camada receptora configurada para:

receber uma unidade de dados específica;

detectar que uma unidade de dados anterior na sequência para a unidade de dados específica ainda não foi recebida pela camada de receptora;

iniciar um temporizador em resposta à detecção, em que o temporizador tem um primeiro período de tempo limite que é variável dependendo de um parâmetro associado à recepção da unidade de dados específica; e

rastrear a hora de chegada de pelo menos uma unidade de dados recebida posteriormente;

após expiração do temporizador com base no primeiro período de tempo limite, gerar e enviar um relatório de erro que indica que a unidade de dados anterior não foi recebida com sucesso;

após expiração do temporizador, determinar se há outra unidade de dados ausente que ainda não foi recebida, embora pelo menos outra unidade de dados subsequente à unidade de dados ausente tenha sido recebida pela camada receptora;

em resposta à detecção de outra unidade de dados ausente:

reiniciar o temporizador, em que o temporizador reiniciado tem um segundo período de tempo limite que depende da variável de um parâmetro associado à recepção de outra unidade de dados subsequente à unidade de dados ausente;

reduzir uma quantidade do segundo período de tempo limite do temporizador reiniciado com base no tempo de chegada rastreado de outra unidade de dados subsequente à unidade de dados ausente; e

após a expiração do temporizador reiniciado, enviar outro relatório de erro que indica falha da unidade de dados ausente.

11. Dispositivo sem fio, de acordo com a reivindicação 10, **caracterizado pelo fato de que** a camada receptora é ainda configurada para:

ajustar dinamicamente o primeiro período de tempo limite do temporizador com base no parâmetro associado à recepção da unidade de dados específica.

12. Dispositivo sem fio, de acordo com a reivindicação 11, **caracterizado pelo fato de que** a configuração dinâmica do período de tempo limite do temporizador compreende variar o período de tempo limite com base em um número de transmissões associadas à recepção bem-sucedida da unidade de dados específica, em que o parâmetro associado à recepção da unidade de dados específica inclui um parâmetro que representa o número de transmissões.

13. Dispositivo sem fio, de acordo com a reivindicação 10, **caracterizado pelo fato de que** a camada receptora é uma camada de controle de link de rádio (RLC).

14. Dispositivo sem fio, de acordo com a reivindicação 13, **caracterizado pelo fato de que** a indicação de erro deve ser enviada pela camada receptora para uma camada RLC transmissora em um dispositivo transmissor sem fio.

15. Dispositivo sem fio, de acordo com a reivindicação 10, **caracterizado pelo fato de que** compreende uma estação móvel ou uma estação base.

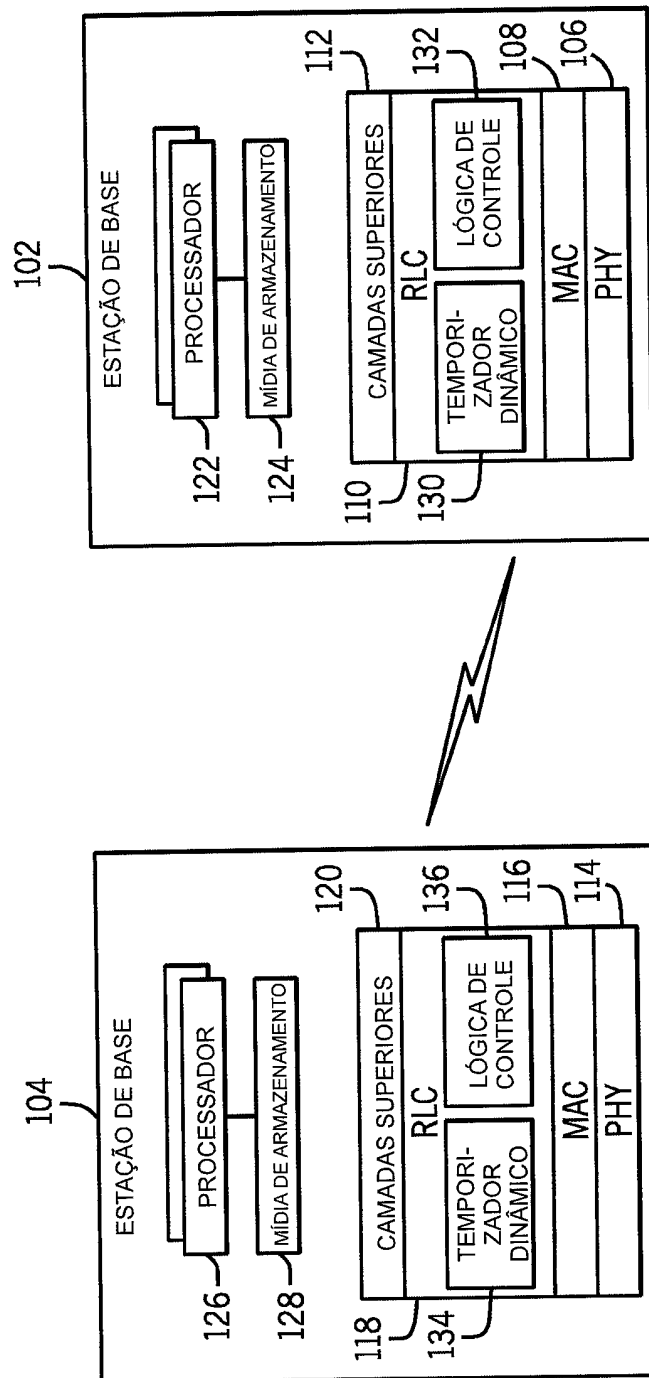
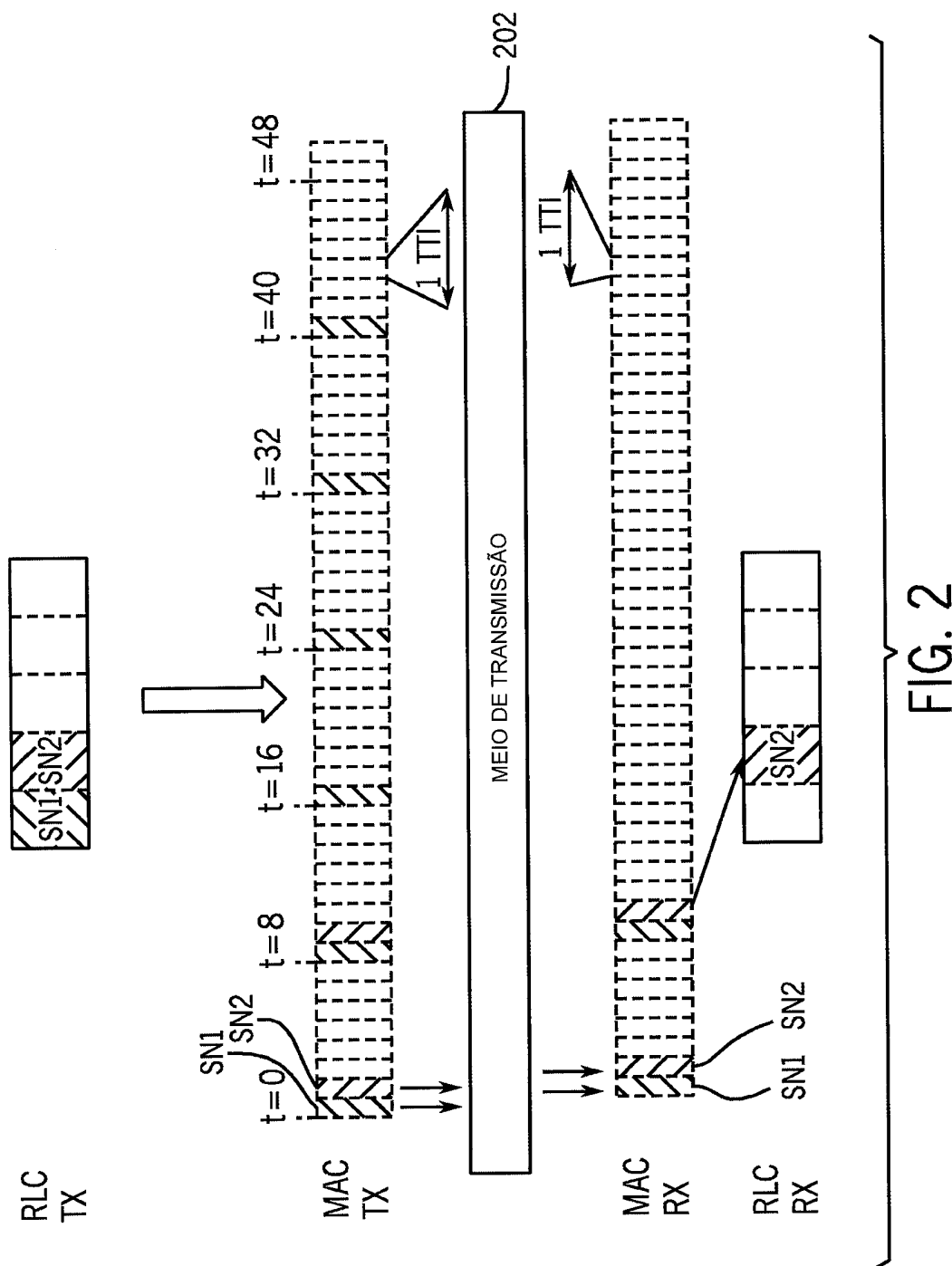


FIG. 1



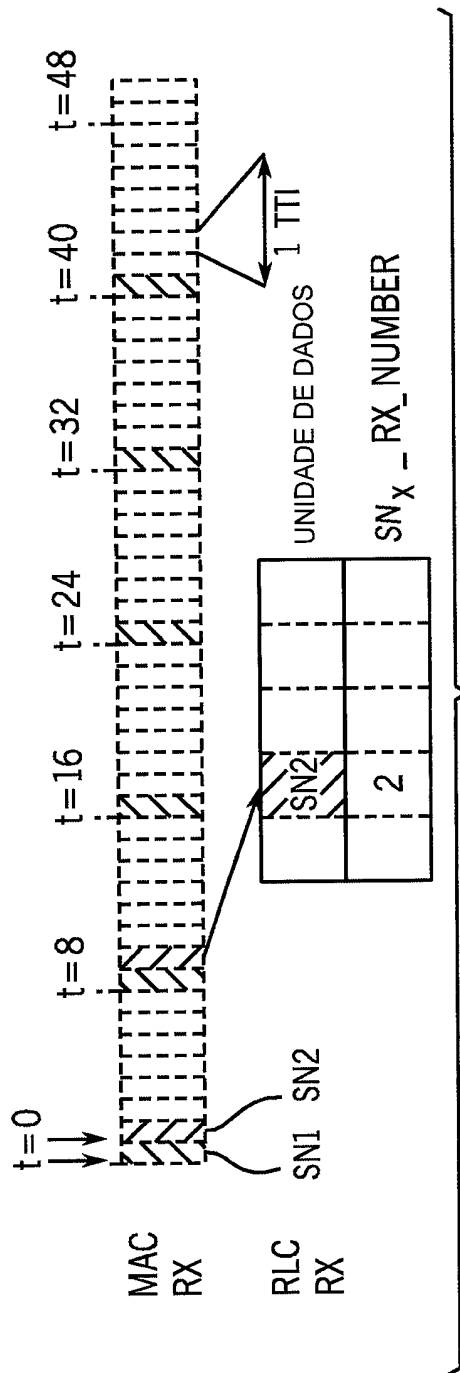


FIG. 3A

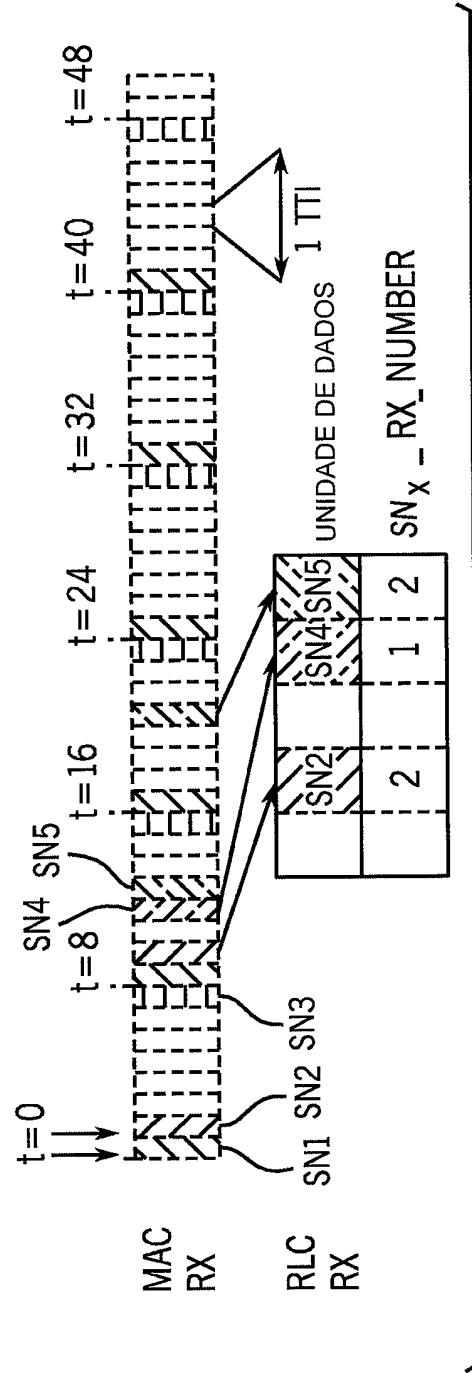


FIG. 3B

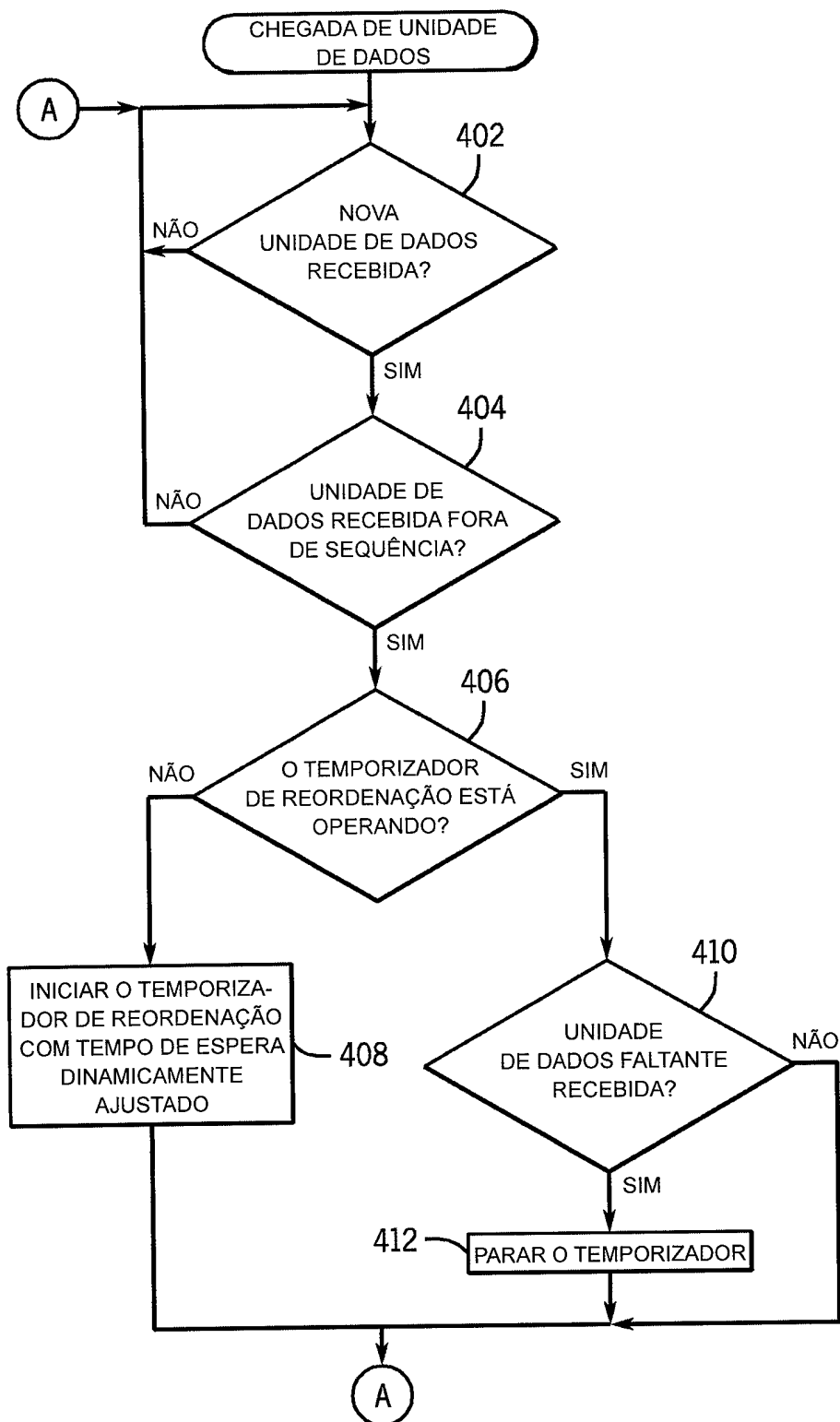


FIG. 4

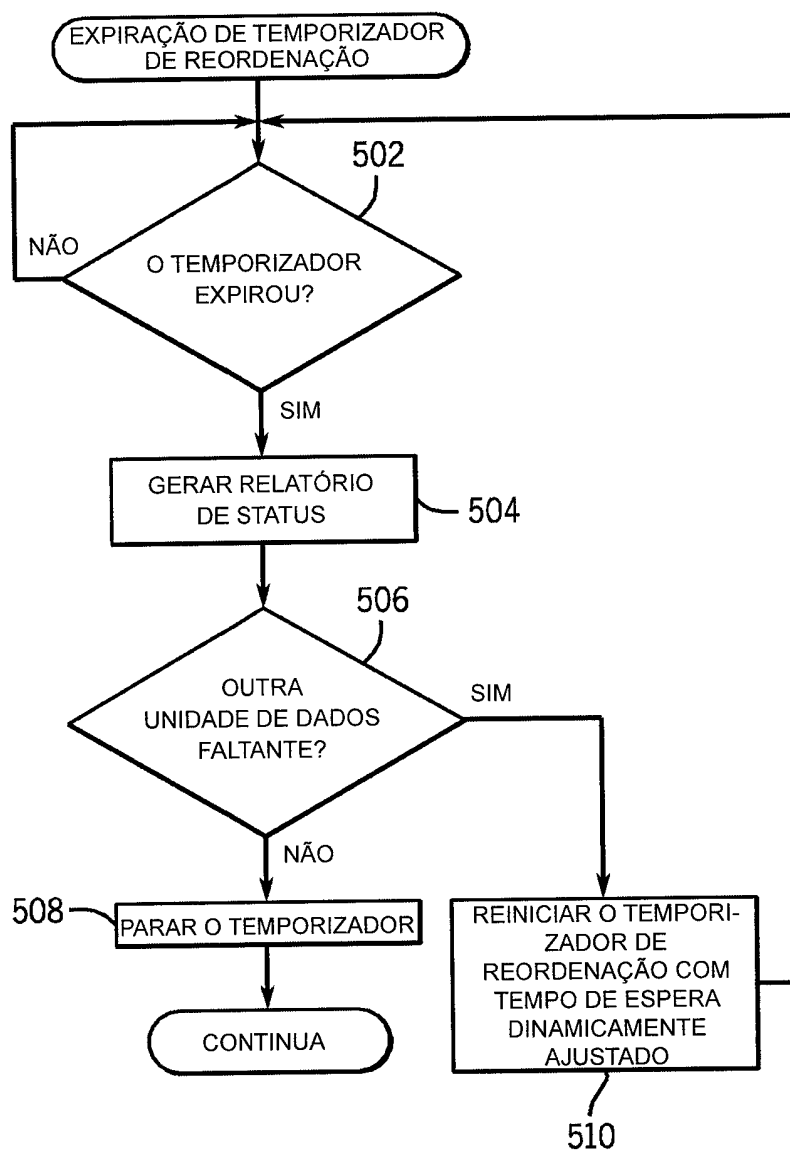


FIG. 5